Aus der Orthopädischen Klinik
der Universität Düsseldorf
Direktor: Prof. Dr. Klaus-Peter Schulitz

DIE BEDEUTUNG VERSCHIEDENER RÖNTGENOLOGISCHER PARAMETER FÜR DIE CHONDROMALAZIE DER PATELLA

DISSERTATION

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin und
des Grades eines Doktors der Zahnmedizin
der Medizinischen Fakultät der Universität Düsseldorf

vorgelegt von

AXEL CURTIUS-HARTUNG

und

HARALD KRUG

1982

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543915_0008

Aus der Orthopädischen Klinik
der Universität Düsseldorf
Direktor: Prof. Dr. Klaus-Peter Schulitz

DIE BEDEUTUNG VERSCHIEDENER RÖNTGENOLOGISCHER PARAMETER FÜR DIE CHONDROMALAZIE DER PATELLA

DISSERTATION

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin und
des Grades eines Doktors der Zahnmedizin
der Medizinischen Fakultät der Universität Düsseldorf

vorgelegt von

AXEL CURTIUS-HARTUNG

und

HARALD KRUG

1982

"Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Düsseldorf"

Der Dekan
der Medizinischen Fakultät
der Universität Düsseldorf

gez.: Prof. Dr. Brüster

Referent
gez.: Prof. Dr. Schulitz

Korreferent
gez.: Prof. Dr. Podlesch

Inhaltsverzeichnis:

		Seite
	Einleitung	1
I)	Anatomie des Kniegelenks	3
II)	Das Krankheitsbild der Chondromalazie	4
III)	Die Röntgenbilder des Kniegelenks	6
IV)	Eigene Untersuchungen	7
V)	Untersuchungsergebnisse	16
VI)	Diskussion	38
VII)	Zusammenfassung	45
VIII)	Literaturliste	46
	Anhang: Datenliste	48

Die Bedeutung verschiedener röntgenologischer Parameter für die Chondromalazie der Patella

Die Chondromalazie der Patella wird erst seit Anfang dieses Jahrhunderts als eigenständiges Krankheitsbild beschrieben. Auch heute ist sie, außer in Fachkreisen, noch nicht sehr bekannt. Die Diagnose ist in vielen Fällen nicht sehr einfach, und auch über die Ursachen und pathogenetischen Mechanismen herrscht noch keine endgültige Einigkeit. Die Stadieneinteilung ist eine morphologische und kann daher erst nach einer Operation oder Arthroskopie vorgenommen werden.

Unser Anliegen war es, herauszufinden, ob einige anhand von Röntgenbildern gewonnene Parameter hilfreich bei der Diagnose oder Ursachenklärung sein können und eventuell sogar eine Aussage über das Stadium der Erkrankung zulassen. Bevor wir jedoch zu unseren Untersuchungen kommen, möchten wir einen knappen Überblick über die Anatomie des Knies, das Krankheitsbild der Chondromalazie, sowie die Aufnahmetechnik der Röntgenbilder geben.

I) Anatomie des Kniegelenks:

Im Kniegelenk artikulieren Femur, Tibia und Patella miteinander. Es sind zwei Teilgelenke zu unterscheiden:
1) das Gelenk zwischen Femur und Tibia und
2) das Gelenk zwischen Femur und Patella.

1) Die Gelenkknorren des Femur stehen auf den flachen Tibiagelenkpfannen. Zwei knorpelige Scheiben (Menisci) dienen der Angleichung der nicht kongruenten Gelenkkörper. Geführt wird das Kniegelenk durch den Bandapparat.

2) Die Patella ist ein dreieckförmiger Knochen, dessen Basis nach proximal und dessen Spitze nach distal zeigt. Die Vorderfläche ist rauh, die Rückfläche, die mit dem Femur in Berührung kommt, ist von einer glatten Knorpelschicht überzogen. In der Mitte dieser Gelenkfläche erhebt sich ein First, der sie in eine mediale Fläche und eine etwas größere laterale Fläche teilt. Die Patella liegt als das größte Sesambein des Körpers in der Sehne des M. quadriceps. Die Faserzüge, die vom Muskel kommen, inserieren zum größten Teil in der Basis der Patella, zum Teil ziehen sie über die Vorderfläche der Patella. Von der Spitze der Patella zieht das Ligamentum patellae, das Endstück der Quadricepssehne, zur Tuberositas tibiae.

Die Femurkondylen (Oberschenkelknorren) werden durch einen Sulcus (Furche) getrennt, der nach distal und dorsal in die Fossa intercondylica (Grube) übergeht. Der Sulcus und die Innenflächen der Kondylen sind von Knorpel überzogen und bilden die Gelenkfläche für die Patella.

Bei gestrecktem Kniegelenk berührt der distale Teil (distale Facette) der Patellagelenkfläche den proximalen Teil der femoralen Gelenkfläche, die Patella steht sozusagen vor und über den Kondylen. Bei der Beugung des Kniegelenks folgt die Patella dem Tibiakopf, mit dem sie fest verbunden ist, nach distal. Dabei gleitet sie mit ihrem First in den Sulcus intercondylaris. Mit zunehmender Beugung kommt die mittlere Facette und schließlich die proximale Facette der patellaren Gelenkfläche mit den Kondylen in Berührung.

Auf ihrem Weg wird die Patella durch drei Elemente geführt:

1) Der First gleitet im Sulcus intercodylaris.
2) Der M. quariceps und das Lig. patellae ziehen die Patella nach dorsal in den Sulcus intercondylaris.
3) Faserzüge seitlich der Patella, die sogenannten Retinacula patellae lateralis und medialis, verstärkt durch Fasern des M. vastus lateralis und M. vastus medialis, halten die Patella in der frontalen Ebene.

II) Das Krankheitsbild der Chondromalazie:

Die Beschwerden der Patienten sind eher diffus. Sie klagen über Spontanschmerz im Knie, Schmerzen bei und nach Belastungen, z.B. Treppensteigen oder Kniebeugen, Unsicherheit im Kniegelenk. Häufig lassen sich Beschwerden auslösen durch das Aufsetzen einer schwingenden Stimmgabel auf die Patella, durch kräftigen Druck auf die Patella bei der Beugung, oder durch Betasten des medialen oder lateralen Patellarandes sowie der Patellarückfläche, soweit möglich. Die sogenannte Krepitation, die herabgesetzte Gleitfähigkeit der Patella, gilt als sicheres diagnostisches Zeichen. Auch können manchmal Reizergüsse des Kniegelenks auftreten.

Die Beschwerden korrelieren nicht sehr gut mit dem Ausmaß der Erkrankung. So zeigen auch Obduktionsbefunde oft retropatelläre Knorpelschäden, ohne daß vorher Beschwerden aufgetreten waren.

Zugrunde liegt den Beschwerden ein Verschleiß des retropatellären Knorpels, der sich häufig zuerst auf der medialen Patellafacette findet. Morphologisch lassen sich dabei drei Stadien unterscheiden:

Stadium I Es findet sich eine leichte Vorwölbung des Knorpels in einem umschriebenen Bezirk von ca. 1 cm. Der Knorpel an dieser Stelle ist weich, gelblich verfärbt und hat seinen Glanz verloren.

Stadium II Es finden sich Risse im Knorpel, so daß dieser lamellär aufgespalten wird. Die Risse stehen meist senkrecht zur Oberfläche, sie reichen noch nicht bis auf den darunterliegenden Knochen.

Stadium III Die Risse reichen bis auf den Knochen, der in kleineren oder größeren Bezirken frei liegt. Der Knochen zeigt eine verbreiterte Verkalkungszone. Synoviale Zotten wachsen in Richtung auf die Defekte vor.

Als Ursachen der Knorpelschädigung werden angenommen:

1) Erhöhter Druck auf den Knorpel, entweder chronisch durch übermäßige Belastung oder akut durch ein Trauma.
2) Fehlbildungen der Patella oder der Femurkondylen.
3) Fehlstellung der Patella (Patella alta, Subluxation, Luxation).

III) Die Röntgenbilder des Kniegelenks:

Für unsere Auswertungen benutzten wir seitliche Kniegelenksaufnahmen und Aufnahmen in Richtung des Femoropatellargelenks:

1) Das Knie wurde in Beugestellung von ca. 40° von der Seite geröntgt. Die Aufnahme zeigt die Patella vor den übereinanderprojezierten Femurkondylen und dem darunterliegenden Tibiakopf.

2) Für die Aufnahmen des Patellagleitlagers werden in der Literatur verschiedene Techniken angegeben. Die Aufnahmen, die uns zur Auswertung zur Verfügung standen, wurden wie folgt aufgenommen: Der Patient sitzt auf dem Röntgentisch, seine Beine sind um ca. 30° gebeugt. Der Quadriceps sollte entspannt sein, damit eine eventuelle Subluxationsstellung der Patella nicht durch seinen Zug normalisiert wird. Die Kniee und die Fußinnenränder liegen jeweils aneinander, um Rotationsfehler zu vermeiden. Der Patient hält die Röntgenplatte auf seinen Oberschenkeln senkrecht zum Strahlengang. Die Röntgenröhre befindet sich distal seiner Füße; die Strahlenrichtung und die Achse des Unterschenkels bilden einen Winkel von ca. 15°, so daß die Strahlen in Längsrichtung der Patella von distal nach proximal auf die Platte fallen. Man sieht auf der Aufnahme die beiden Kondylen, wobei normalerweise der laterale Kondylus höher ist. Darüber sieht man einen Querschnitt der Patella.

IV) Eigene Untersuchungen:

Aus den Operationsprotokollen und Arthroskopieberichten der Orthopädischen Universitätsklinik Düsseldorf von 1973 bis 1982 suchten wir das Patientengut heraus, bei dem eine Chondromalazie der Patella vorlag und die außerdem keine zusätzliche Knieschädigung wie Meniskusriß, Arthrose, Osteochondrosis dissecans, Bänderriß, Knochenbrüche oder Voroperation hatten. Bei einigen Patienten zeigte sich eine reaktive Synovitis oder begleitende Knorpeldefekte an den Femurkondylen. Elf der Patienten waren an beiden Knien erkrankt. Anhand der Operationsprotokolle teilten wir die Patienten in die Gruppen I - III auf, entsprechend der o.g. Stadieneinteilung.

Einige der Patienten hatten zusätzlich eine Plica mediopatellaris, eine Duplikatur der Synovia (Gelenkinnenhaut), die am medialen Patellarand entlang gelegen ist. Sie kann sich zwischen Patella und Femurkondylus schieben und einen zusätzlichen Scheuereffekt auf die Gelenkflächen ausüben. Diese Gruppe von Patienten bezeichnen wir im Folgenden als Gruppe IV.

Als Kontrollgruppe werteten wir die Röntgenaufnahmen von Patienten aus, die laut Operationsbericht keine Chodromalazie der Patella, keine andere Knorpelschädigung, sondern meist einen Meniskusschaden oder ein intaktes Kniegelenk hatten. Wir bezeichnen diese im Folgenden als Gruppe O.

Wir werteten die Röntgenbilder von 114 Patienten aus. Es standen uns nicht von allen Patienten die gewünschten Röntgenbilder zur Verfügung. Bei einigen konnten nur die Seitaufnahmen, bei anderen nur die Gleitlageraufnahmen ausgewertet werden. Es wurden nur Röntgenbilder ausgewertet, die vor der Operation aufgenommen wurden, da z.T. durch die Operation die Stellung bzw. Fehlstellung der Patella normalisiert wurde. Es standen uns von 76 Knien alle Werte zur Verfügung, von 27 die Werte der Seitaufnahmen und von 11 die Werte der Gleitlageraufnahmen.

Wir bestimmten anhand der Röntgenbilder folgende Parameter:

1) INSALL und SALVATI schlugen 1971 eine Methode zur Bestimmung der Patellaposition vor, an die sie folgende Forderungen stellten: Erstens sollte sie einfach und genau sein. Zweitens sollte sie bei 20° bis 70° Kniebeugung anwendbar sein. Drittens sollte sie unabhängig sein von der Größe des Kniegelenks und der Projektion durch die Aufnahmetechnik.

Gemessen werden in der Seitaufnahme des Kniegelenks die Länge der Patellarsehne vom distalen Pol der Patella bis zum Tuberculum tibiae (LT) und der größte diagonale Durchmesser der Patella (LP) (Abb.1). Der Quotient LT/LP ist ein Maß für die Position der Patella. INSALL und SALVATI fanden einen Mittelwert von 1,02 mit einer Standardabweichung von 0,134. Sie betrachten einen Quotienten von 0,8 bis 1,2 als normal. Ein Quotient über 1,2 wird als Hochstand bezeichnet, ein Quotient unter 0,8 als Tiefstand.

2) 1977 beschrieben BLACKBURNE und PEEL eine neue Methode zur Bestimmung der Patellaposition. Sie fordern dabei eine Kniebeugung von mindestens 30°, damit das Ligamentum patellae gespannt ist. In der Seitaufnahme des Kniegelenks wird eine Linie durch das Tibiaplateau gelegt. Es werden gemessen: der senkrechte Abstand des unteren Endes der Patellagelenkfläche von der Tibiaplateaulinie (A) und die Länge der Patellagelenkfläche (B) (Abb.2).

Die Autoren fanden bei normalen Knien für den Quotienten A/B einen Mittelwert von 0,805 bei Männern und 0,806 bei Frauen. Die entsprechenden Standardabweichungen sind 0,14 und 0,13. BLACKBURNE und PEEL bezeichnen einen Quotienten von 0,8 als Normalstand und einen Quotienten über 1,0 als Hochstand. Sie fanden bei Patienten mit wiederholter (Sub-) Luxation signifikant eine höherstehende Patella. Bei Chondromalazie fanden sie einen signifikanten Tiefstand bei männlichen Knien, weibliche Knie zeigten keinen Unterschied.

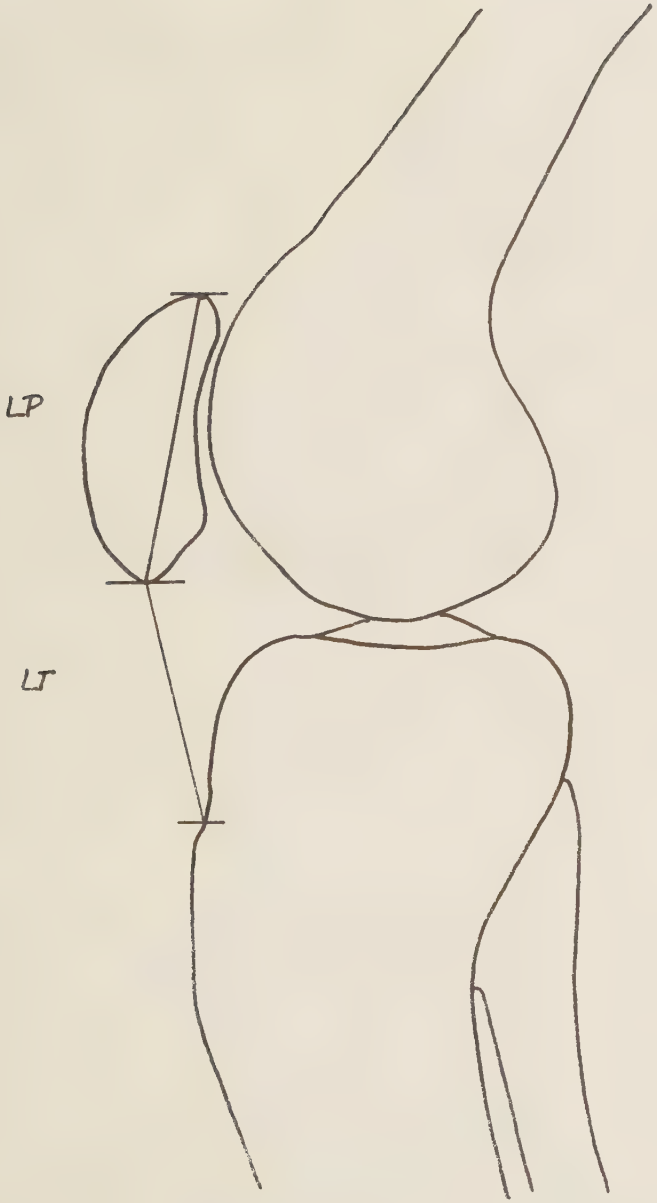


Abb.1 Quotient LT/LP nach INSALL und SALVATI

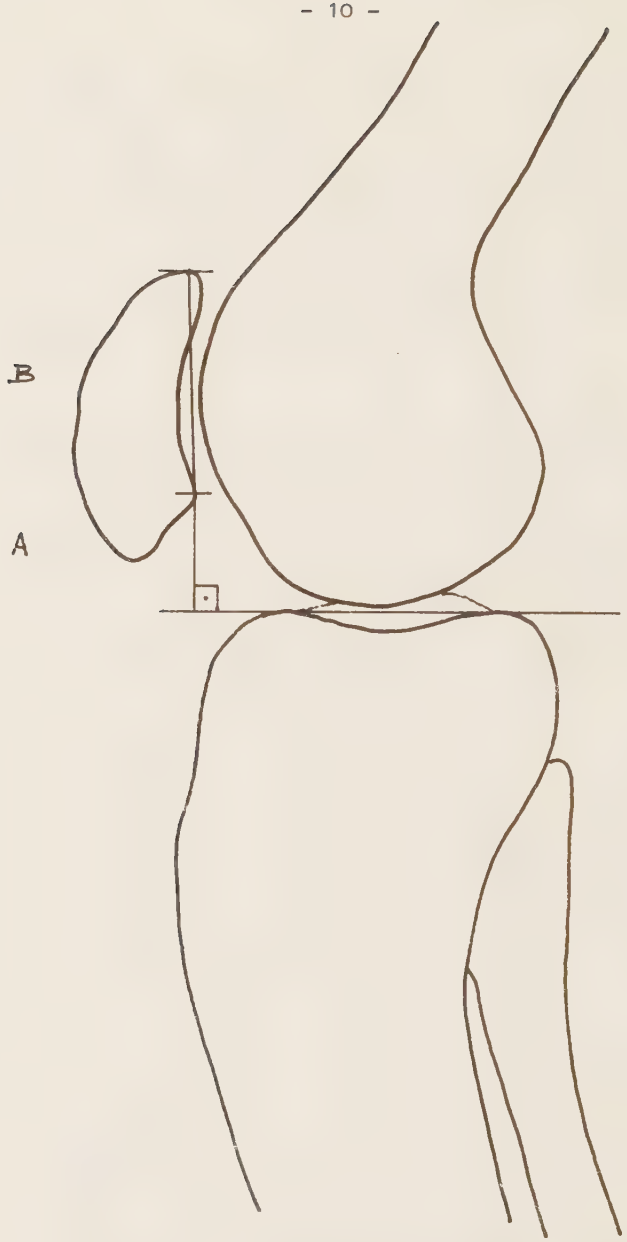


Abb.2 Quotient A/B nach BLACKBURNE und PEEL

3) MERCHANT u.a. schlagen 1974 einen neuen Wert vor, um die Beziehung der Patella zu ihrem Gleitlager zu messen. Sie schlagen auch eine neue Aufnahmetechnik vor, bei der die Kniee des Patienten über der Tischkante um 45° gebeugt und unterstütz werden, damit der M. quadriceps entspannt ist. Die Aufnahmeachse ist um 30° gegen die Femurachse gedreht. Aufnahmen bei 30°-90° Kniebeugung und 15°-75° Strahl-Femurwinkel ergeben keine Unterschiede in den Werten.

In dieser Gleitlageraufnahme wird der Winkel, gebildet durch die höchsten Punkte der Kondylen und den tiefsten Punkt des Sulcus intercondylaris, halbiert. Die Winkelhalbierende dient als Referenznullinie. Durch den Tiefpunkt des Sulcus intercondylaris und die Patellaspitze, d.h. den First der dorsalen Patellafläche, wird eine Linie gelegt und der Winkel zur Nullinie gemessen. Liegt die Patellaspitze medial der Nullinie, erhält der Winkel ein Minuszeichen, liegt sie lateral, ein Pluszeichen (Abb.3).

Die Autoren fanden bei beschwerdefreien Probanden einen Mittelwert von -6° mit einer Standardabweichung von 11°. Über +16° lag über der 95. Percentile. Bei einer Patientengruppe mit rezidivierenden Patellaluxationen fand sich ein Mittelwert von +23°.

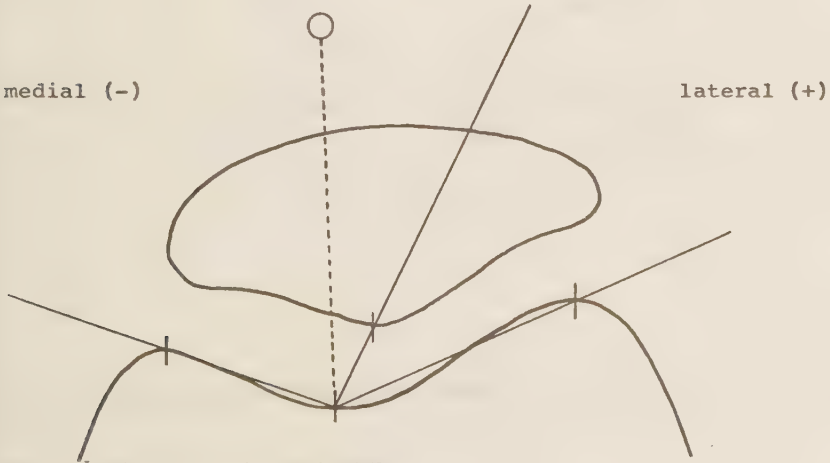


Abb.3 Winkel nach MERCHANT

4) FICAT beschreibt 1970 seine Technik der sogenannten Défilé-Aufnahmen, bei der die Beine des Patienten über der Tischkante um 30°, 60° und 90° gebeugt werden. Die Röntgenröhre steht über den plantarflektierten Füßen und die Röntgenplatte auf den Oberschenkeln.

Im Röntgenbild werden gemessen:

1) Die größte Breite der Patella (B).
2) Der Abstand der Patellaspitze (First) zu der Linie der Breitenmessung als Maß für die Höhe des Patellafirsts (H).
3) Der Abstand der höchsten Punkte der Kondylen als Maß für die Breite des Sulcus intercondylaris (B').
4) Der Abstand des Tiefpunktes des Sulcus zu der Linie durch die beiden Kondylenhöchstpunkte (H') (Abb.4).

Nach FICAT und HUNGERFORD (1977) ergeben sich für den Quotienten B/H (Patellatiefenindex) Werte zwischen 3,6 und 4,2 mit einem Mittelwert von 3,9. Für den Quotienten B'/H' (Sulcustiefenindex) liegen die Werte zwischen 4,2 und 6,5 mit einem Mittelwert von 5,3.

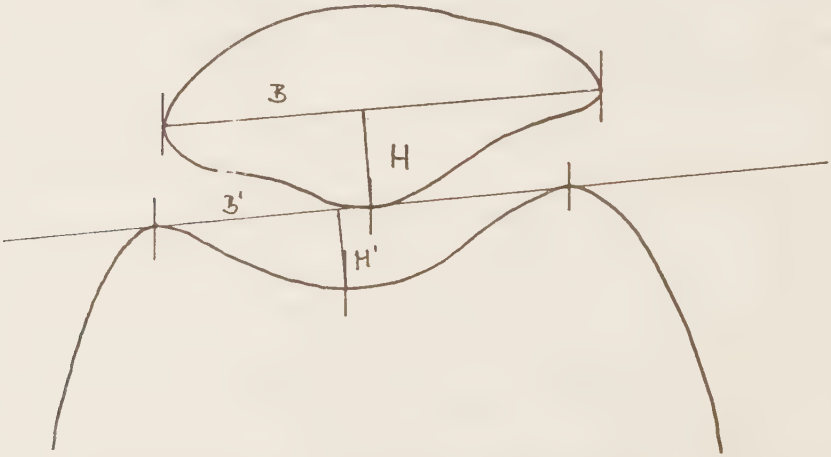


Abb.4 Patellatiefenindex B/H und Sulcustiefenindex B'/H' nach FICAT und BIZOU

5) BRATTSTRÖM stellt 1964 in einer Arbeit über die Dislokation der Patella und Femurdysplasien eine etwas aufwendige Methode zur Darstellung des distalen Femurendes vor, bei der nacheinander auf dieselbe Röntgenplatte sowohl die Vorderseite als auch die Rückseite der Kondylen aufgenommen werden. Es werden verschiedene Längen und Winkel gemessen, u.a. ein Winkel, den wir alpha nennen.

Der Winkel alpha wird gebildet durch die Horizontale und eine Linie durch die höchsten Punkte der Kondylen. Da normalerweise der laterale Kondylus höher ist als der mediale, ist der Winkel meist nach lateral geöffnet. Ist er nach medial geöffnet, erhält er ein Minuszeichen (Abb.5).

Brattström fand bei seinen Untersuchungen für Normalpersonen Werte zwischen $3{,}5^{\circ}$ und $6{,}4^{\circ}$.

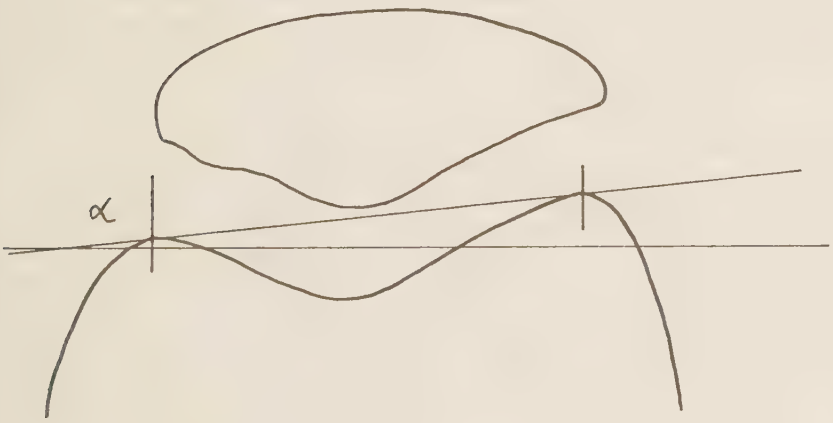


Abb.5 Winkel alpha nach BRATTSTRÖM

6) LAURIN stellt 1978 ein neues Beurteilungskriterium vor, den sogenannten lateralen patellofemoralen Winkel.
1979 stellt er die unten beschriebene Einteilung für Patienten mit Subluxation, Chondromalazie der Patella und Normalpersonen auf. Er fordert dazu Röntgenaufnahmen bei ca. 20° Beugung und entspanntem Quadriceps, um eine eventuelle Subluxation nicht zu korrigieren.

In der Aufnahme werden drei Linien eingezeichnet: A ist die Linie durch die höchsten Punkte der Kondylen; B ist die Linie durch die Grenzpunkte der lateralen Patellagelenkfläche; C ist die Senkrechte zu A durch einen Punkt 1 mm lateral vom Höchstpunkt des medialen Kondylus (Abb.6-8).

Bei Normalpersonen (N) findet LAURIN in 97% einen lateral geöffneten Winkel, in 3% sind A und B parallel. Außerdem liegt der mediale Patellapol in 100% medial der Linie C. Bei Patienten mit Chondromalazie (CP) findet er in 90% einen lateral geöffneten Winkel, in 10% sind A und B parallel. Der mediale Patellapol liegt in 30% lateral von C. Bei Patienten mit Subluxation (SP) ist der Winkel medial geöffnet, der mediale Patellapol liegt zu 50% lateral und zu 50% medial von C.

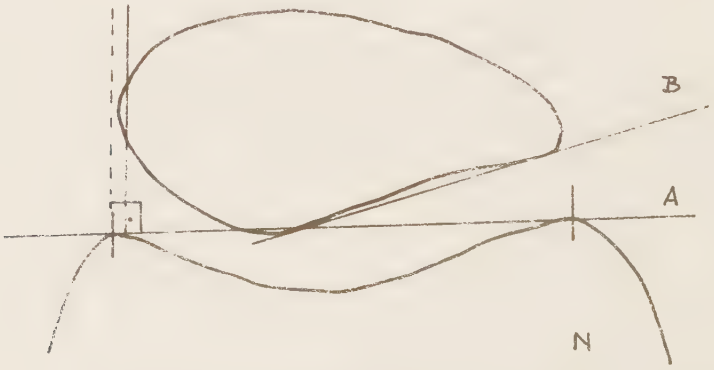


Abb.6 Einteilung nach LAURIN (Normalpersonen)

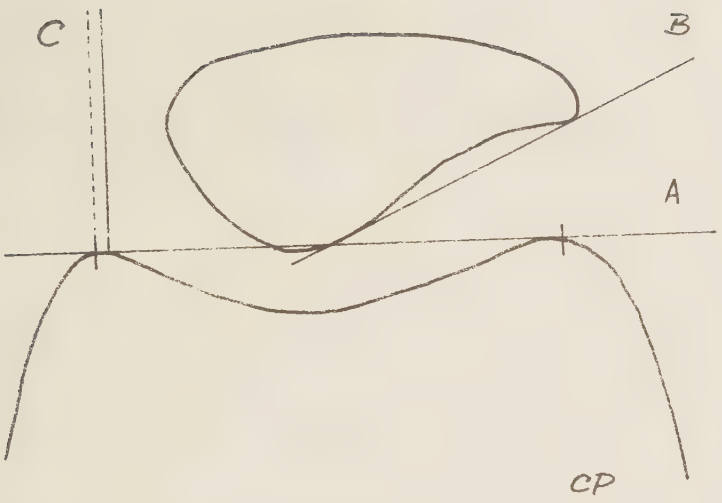


Abb.7 Einteilung nach LAURIN (Chondromalazie)

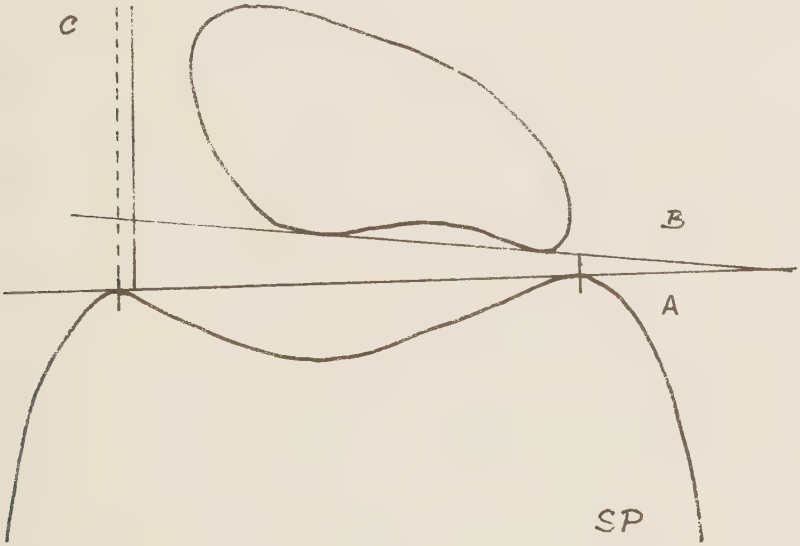


Abb.8 Einteilung nach LAURIN (Subluxation)

V) Untersuchungsergebnisse:

Eine Tabelle der gewonnenen Daten findet sich im Anhang. Sie enthält hintereinander die Daten in nachstehender Reihenfolge:

1) laufende Nummer

2) Geschlecht des Patienten

3) Seite des (erkrankten) Beins

4) Gruppennummer

5) Alter des Patienten

6) Quotient LT/LP

7) Quotient A/B

8) Winkel nach MERCHANT

9) Patellatiefenindex B/H

10) Sulcustiefenindex B'/H'

11) Winkel alpha nach BRATTSTRÖM

12) Einteilung nach LAURIN

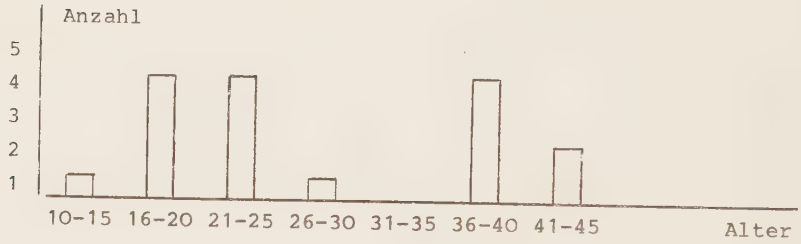
Bevor wir zu der Hauptfragestellung kommen, ob die gemessenen röntgenologischen Parameter in den einzelnen Gruppen unterschiedliche Werte zeigen, geben wir einen Überblick über die Verteilung einiger Daten, sowie den Einfluß des Geschlechts, des Alters und der Seite auf die gemessenen Werte.

Die Patienten verteilen sich wie folgt auf die Gruppen:

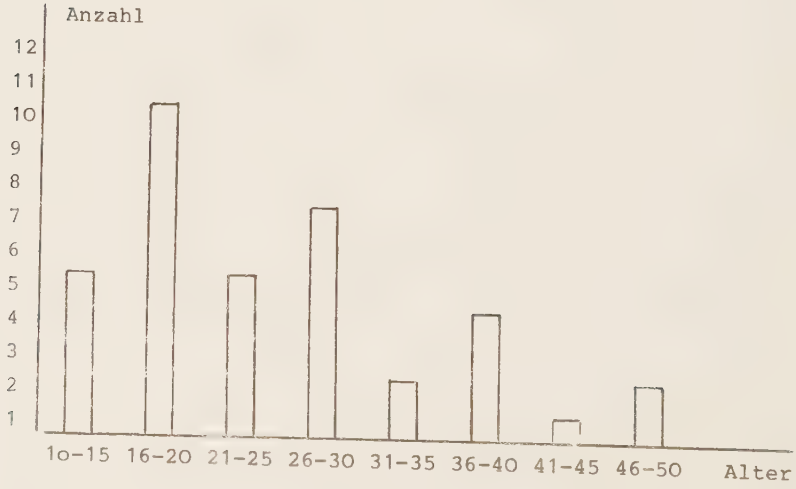
Gruppe	0	I	II	III	IV
Anzahl der Patienten	16	36	35	16	11
davon weiblich	8	24	17	10	9
männlich	8	12	18	6	2
rechtes Knie	10	21	14	5	5
linkes Knie	6	15	21	11	6

Die Altersverteilung in den einzelnen Gruppen sieht folgendermaßen aus:

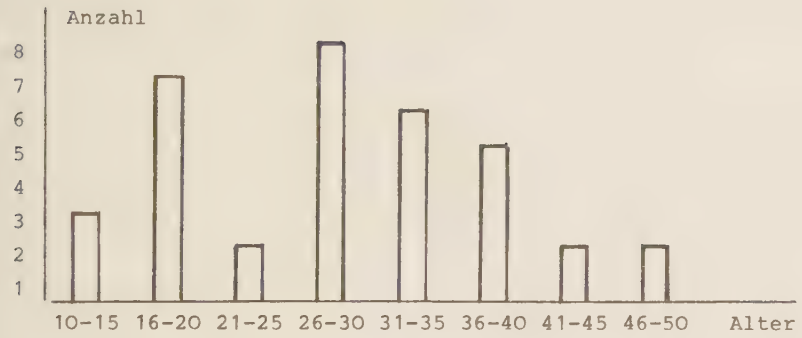
Gruppe O:



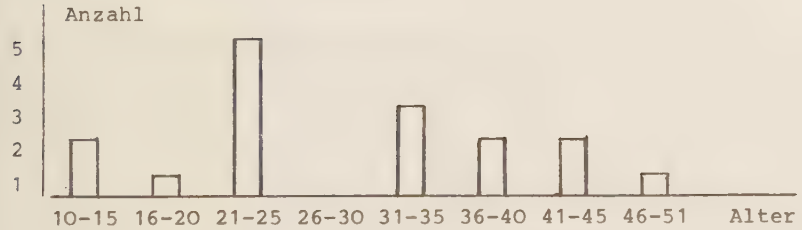
Gruppe I:



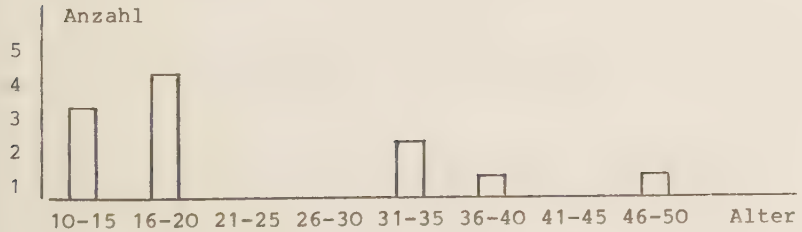
Gruppe II:



Gruppe III:



Gruppe IV:



Zusammengefaßt ergibt sich für die Altersverteilung in den einzelnen Gruppen:

Gruppe	Mittelwert	Standard-abweichung	Minimum	Maximum
O	27,9	10,4	12	45
I	25,5	9,8	14	50
II	28,6	9,9	13	48
III	28,8	11,0	13	51
IV	24,2	12,1	12	50

Die Varianzanalyse des Alters ergibt keinen signifikanten Unterschied zwischen den Standardabweichungen der einzelnen Gruppen, wobei hier wie im Folgenden für die Signifikanz eine Irrtumswahrscheinlichkeit von 5% zugrunde gelegt wird, d.h. die Streuung in den einzelnen Gruppen ist größer als zwischen den Gruppen. Der STUDENT-NEWMAN-KEUL-Test ergibt, daß alle Gruppen zu einer homogenen Untergruppe gehören. Es läßt sich also kein Einfluß des Alters auf den Grad der Erkrankung nachweisen.

Man erkennt jedoch, daß die Chondromalazie der Patella eine Erkrankung des jüngeren Alters ist und daß auch schon Jugendliche im Pubertätsalter davon betroffen sein können.

Weiterhin fällt auf, daß Frauen häufiger betroffen sind. Unter unseren 98 Patienten sind 61% Frauen und 39% Männer.

Um den Einfluß des Geschlechts, der Seite und des Alters auf die Werte zu bestimmen, führten wir für jede Gruppe einzeln einen t-Test nach Geschlecht und Seite durch, und bestimmten den PEARSON-Korrelationskoeffizienten zwischen Alter und den gemessenen Werten.

Bis auf wenige Außnahmen zeigten sich keine signifikanten Unterschiede der Mittelwerte zwischen den Knien der weiblichen und männlichen Patienten, sowie zwischen rechts und links. Signifikante Unterschiede ergaben sich bei folgenden Werten:

Gruppe I, Winkel nach MERCHANT:	weiblich	- 3,7°
	männlich	-12,7°
Gruppe I, Winkel alpha:	weiblich	6,8°
	männlich	3,1°
Gruppe II, LT/LP:	weiblich	1,16
	männlich	1,02
Gruppe III, Winkel nach MERCHANT:	weiblich	-12,3°
	männlich	- 1,0°
Gruppe I, Winkel nach MERCHANT:	rechts	- 1,1°
	links	-13,8°
Gruppe IV, A/B:	rechts	0,74
	links	0,90

Diesen Unterschieden sollte jedoch keine größere Bedeutung zugemessen werden, da einerseits die Gruppen z.T. nur wenige Patienten umfassen und andererseits bei der großen Anzahl der durchgeführten Tests eben auch die Irrtumswahrscheinlichkeit von 5% zum Tragen kommt, d.h. daß man bei 5% der Tests fälschlicherweise zu signifikanten Unterschieden kommt.

Bis auf fünf Ausnahmen fand sich keine Korrelation zwischen dem Alter und den gemessenen Werten. Eine Korrelation fand sich je einmal bei den Werten LT/LP, A/B und B'/H'. In zwei Gruppen fand sich eine Korrelation für B/H. Jedoch sollte auch diesen Ergebnissen aus den o.g. Gründen keine große Bedeutung zugemessen werden, zumal durch die etwa gleiche Altersverteilung in allen Gruppen eine eventuelle Abhängigkeit der Werte vom Alter nicht zum Tragen kommen würde.

Wir kommen nun zu der eigentlichen Fragestellung, ob die von uns gemessenen Parameter Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen zeigen.

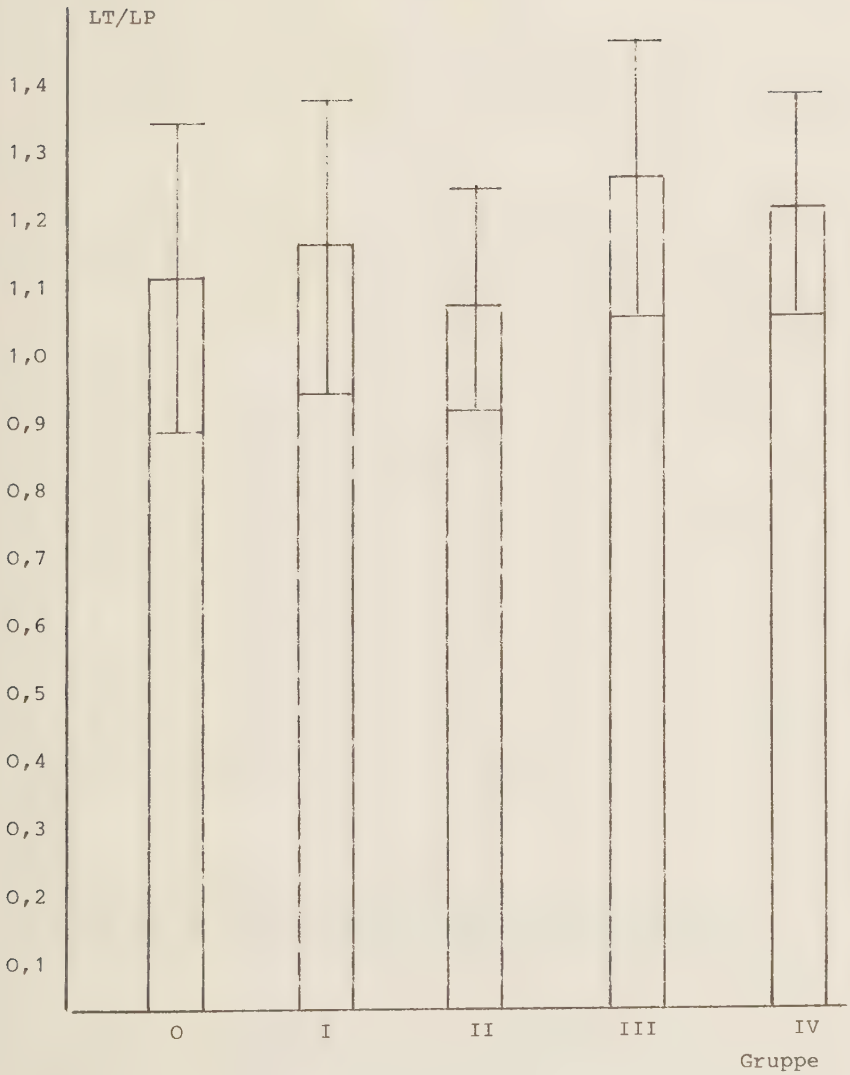
1) Der Quotient LT/LP nach INSALL und SALVATI:

Es ergaben sich folgende Werte für die einzelnen Gruppen:

Gruppe	O	I	II	III	IV
Anzahl der Patienten	16	36	28	13	10
Mittelwert	1,11	1,16	1,08	1,26	1,22
Standardabw.	0,22	0,22	0,15	0,17	0,15
Minimum	0,8	0,8	0,8	0,9	1,0
Maximum	1,6	1,9	1,4	1,5	1,5

Die Varianzanalyse ergibt einen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen, d.h. die Schwankungen zwischen den Gruppen sind größer als innerhalb der einzelnen Gruppen.

Der STUDENT-NEWMAN-KEUL-Test auf homogene Untergruppen ergibt, daß die Gruppen II, O, I und IV eine homogene Untergruppe bilden, sowie die Gruppen O, I, IV und III.



Quotient LT/LP, Mittelwerte und Standardabweichungen.

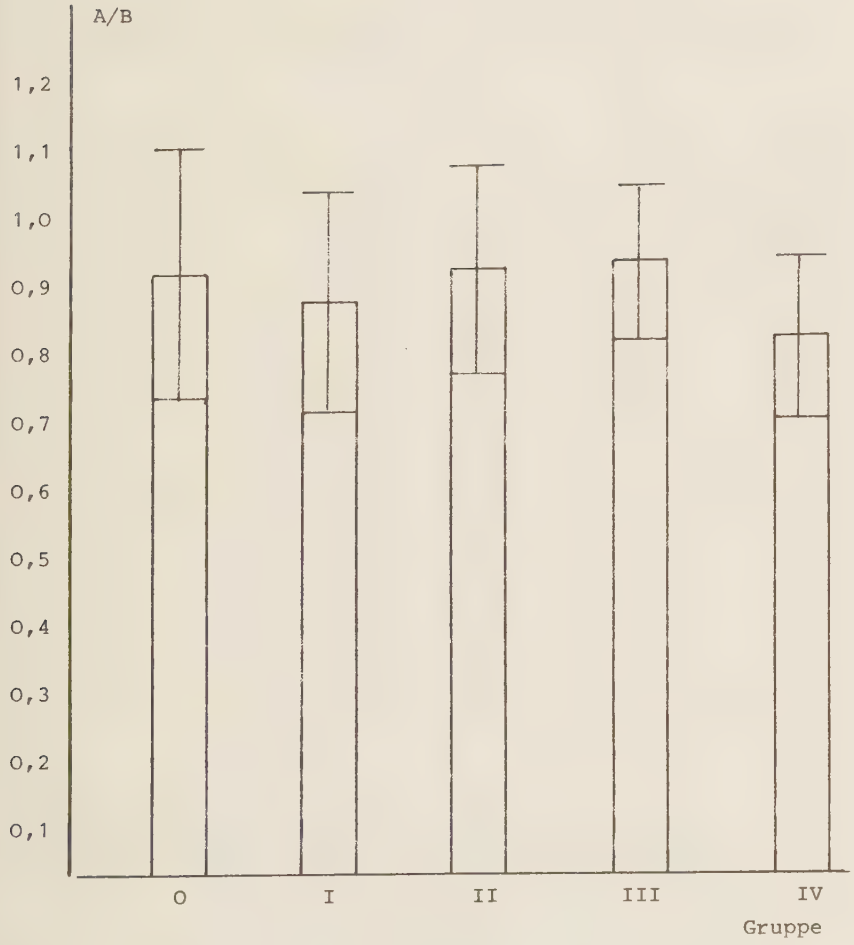
2) Der Quotient A/B nach BLACKBURNE und PEEL:

Es ergaben sich folgende Werte für die einzelnen Gruppen:

Gruppe	0	I	II	III	IV
Anzahl der Patienten	16	36	28	13	10
Mittelwert	0,91	0,87	0,87	0,93	0,82
Standardabw.	0,18	0,16	0,15	0,11	0,12
Minimum	0,8	0,6	0,5	0,8	0,6
Maximum	1,5	1,5	1,2	1,1	1,0

Die Varianzanalyse ergibt keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen. Die Schwankungen innerhalb der Gruppen sind größer als zwischen den Gruppen.

Der STUDENT-NEWMAN-KEUL-Test auf homogene Untergruppen ergibt, daß alle fünf Gruppen zu einer homogenen Untergruppe gehören.



Quotient A/B, Mittelwerte und Standardabweichungen.

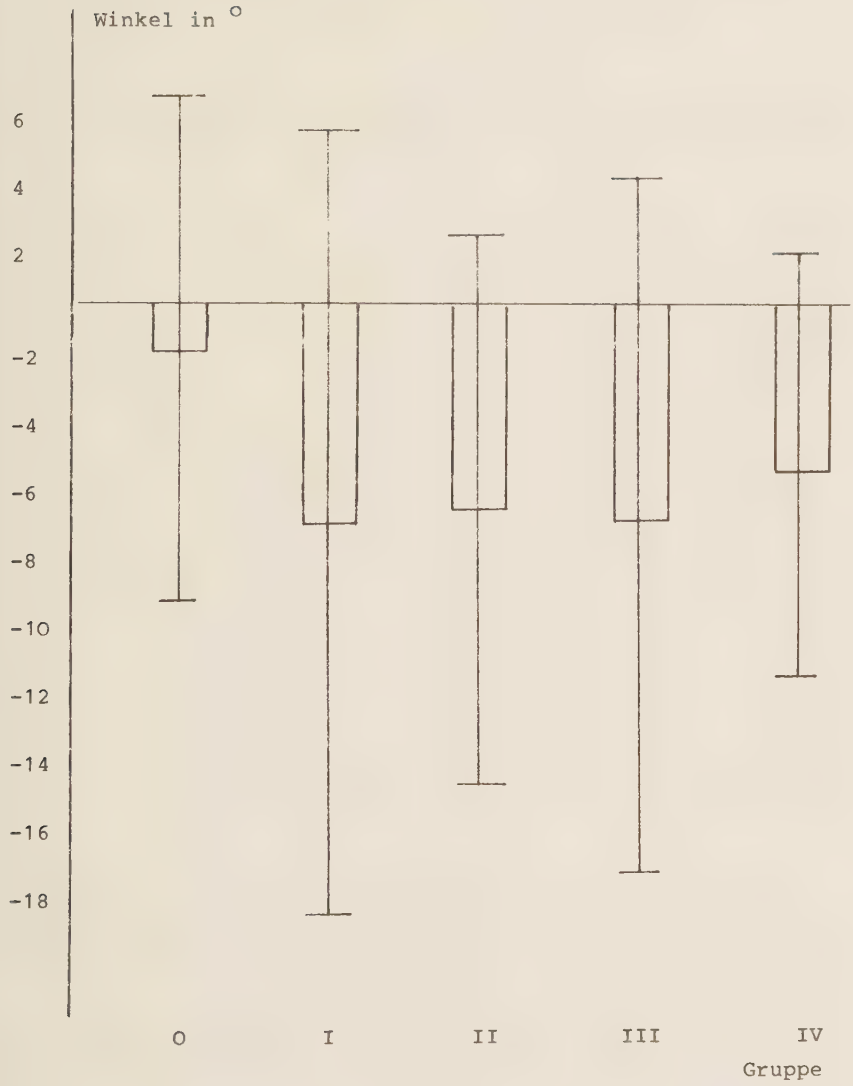
3) Der Winkel nach MERCHANT:

Es ergaben sich folgende Werte für die einzelnen Gruppen:

Gruppe	O	I	II	III	IV
Anzahl der Patienten	16	28	21	12	10
Mittelwert	-1,4°	-6,6°	-6,3°	-6,7°	-5,0°
Standardabw.	7,5°	11,4°	8,1°	10,3°	6,1°
Minimum	-17°	-40°	-18°	-29°	-14°
Maximum	13°	19°	11°	12°	4°

Die Varianzanalyse ergibt keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen. Die Schwankungen innerhalb der Gruppen sind größer als zwischen den Gruppen.

Der STUDENT-NEWMAN-KEUL-Test auf homogene Untergruppen ergibt, daß alle fünf Gruppen zu einer homogenen Untergruppe gehören.



Winkel nach MERCHANT, Mittelwerte und Standardabweichungen.

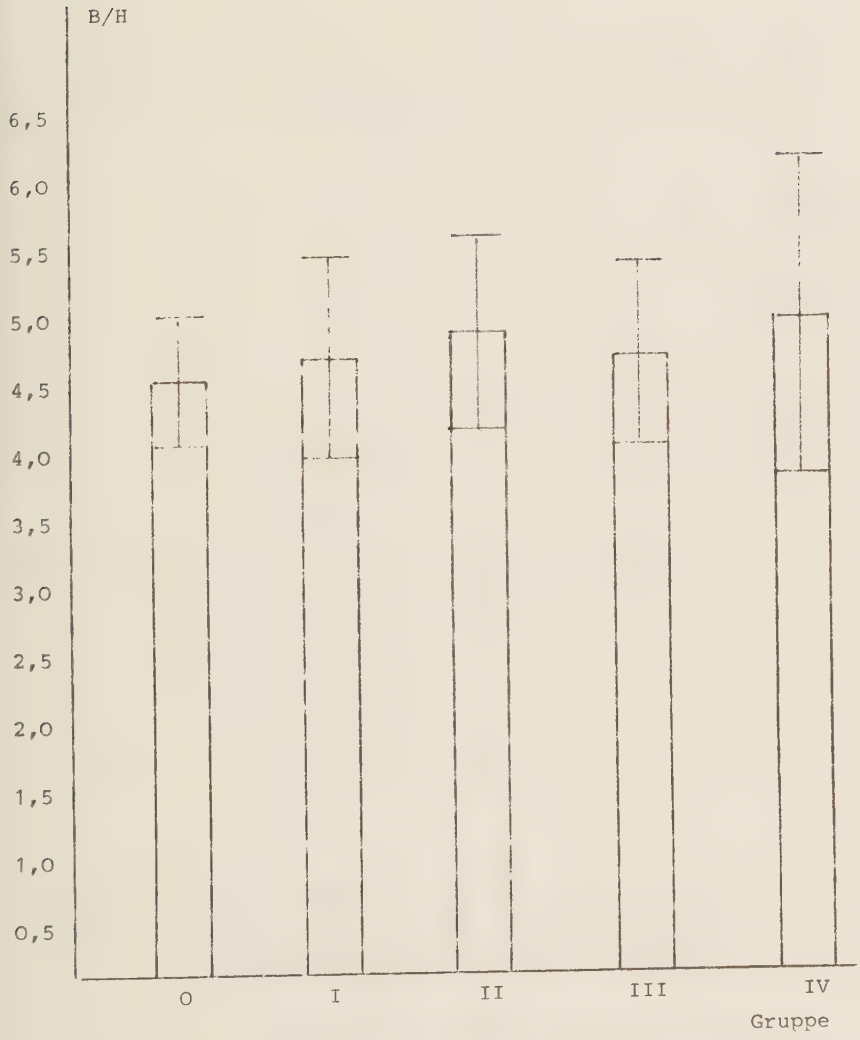
4 a) Der Patellatiefenindex B/H nach FICAT und BIZOU:

Es ergaben sich folgende Werte für die einzelnen Gruppen:

Gruppe	0	I	II	III	IV
Anzahl der Patienten	16	28	21	12	10
Mittelwert	4,46	4,63	4,80	4,67	4,94
Standardabw.	0,46	0,73	0,72	0,66	1,19
Minimum	3,6	3,0	3,7	3,8	3,0
Maximum	5,2	6,5	6,2	6,3	7,6

Die Varianzanalyse ergibt keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen. Die Schwankungen innerhalb der Gruppen sind größer als zwischen den Gruppen.

Der STUDENT-NEWMAN-KEUL-Test auf homogene Untergruppen ergibt, daß alle fünf Gruppen zu einer homogenen Untergruppe gehören.



Patellaindex B/H, Mittelwerte und Standardabweichungen.

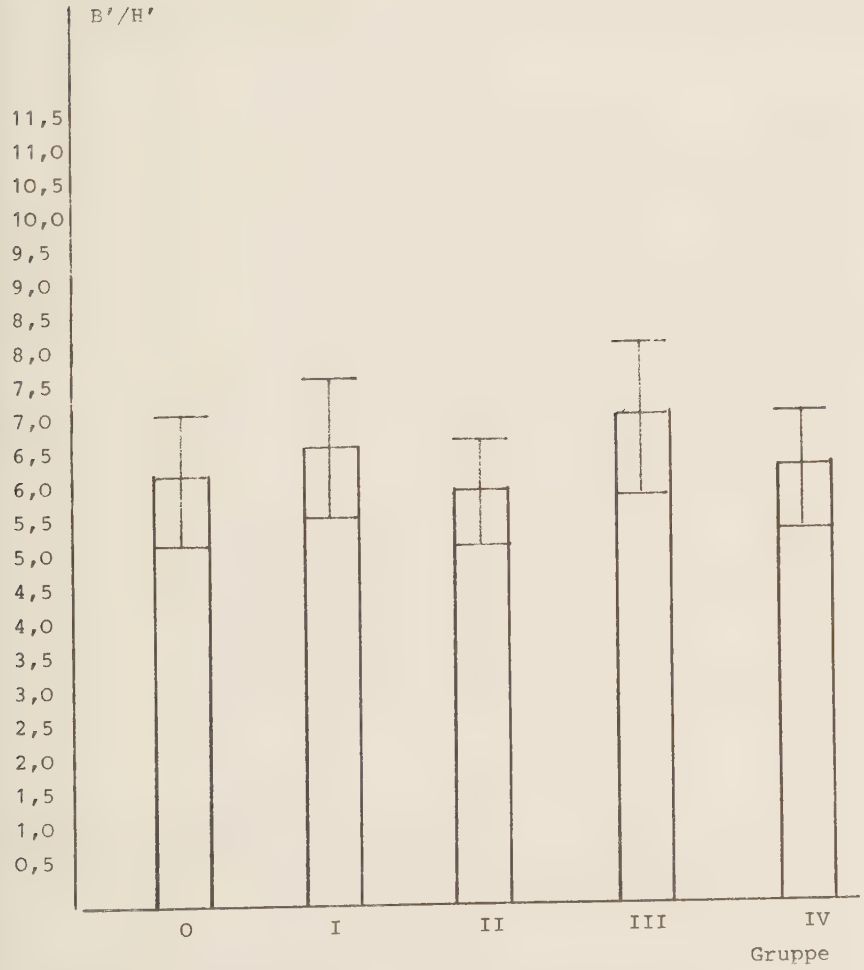
4 b) Der Sulcustiefenindex B'/H' nach FICAT und BIZOU:

Es ergaben sich folgende Werte für die einzelnen Gruppen:

Gruppe	O	I	II	III	IV
Anzahl der Patienten	16	28	21	12	10
Mittelwert	6,00	6,48	5,78	6,91	6,13
Standardabw.	0,98	0,99	0,80	1,08	0,87
Minimum	4,4	5,1	4,6	5,1	4,6
Maximum	7,8	9,3	7,9	9,2	7,3

Die Varianzanalyse ergibt einen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen, d.h. die Schwankungen zwischen den Gruppen sind größer als innerhalb der Gruppen.

Der STUDENT-NEWMAN-KEUL-Test ergibt, daß die Gruppen II, O, IV und I eine homogene Untergruppe bilden, sowie die Gruppen O, IV, I und III.



Patellaindex B'/H', Mittelwerte und Standardabweichungen.

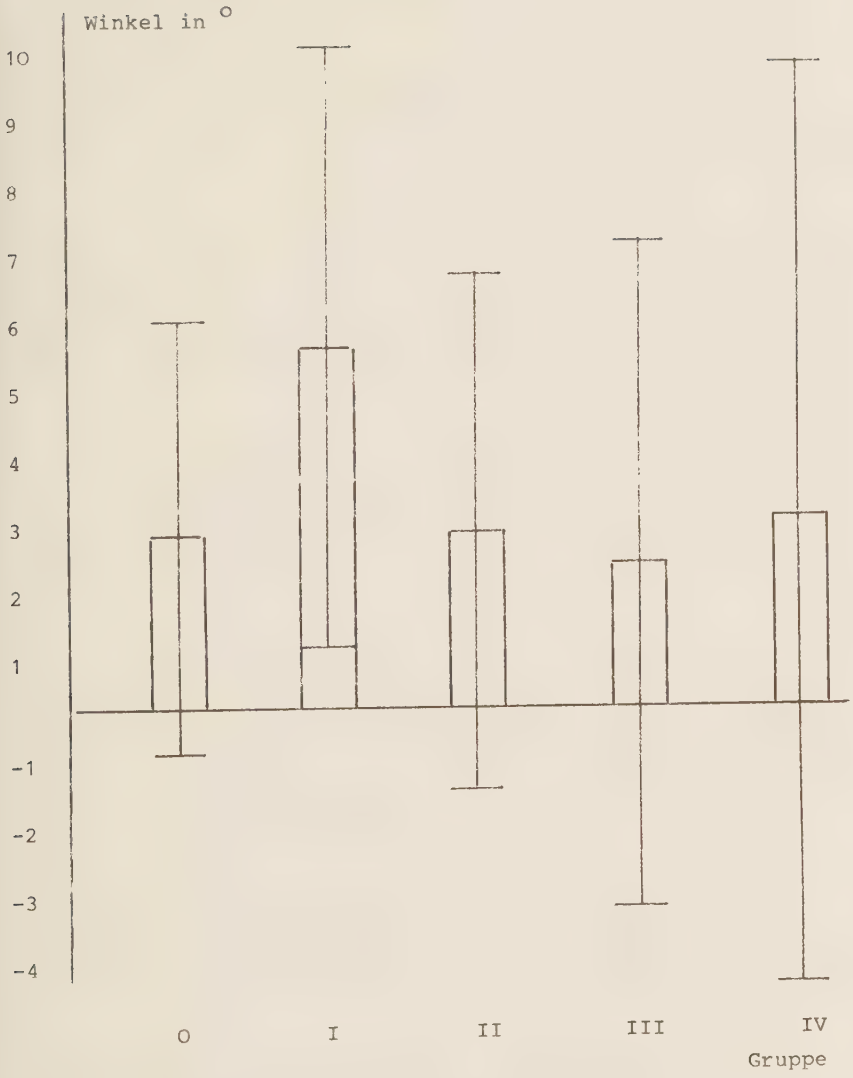
5) Der Winkel alpha nach BRATTSTRÖM:

Es ergaben sich folgende Werte für die einzelnen Gruppen:

Gruppe	O	I	II	III	IV
Anzahl der Patienten	16	28	21	12	10
Mittelwert	2,8°	5,6°	2,9°	2,4°	3,0°
Standardabw.	3,2°	4,4°	3,8°	5,1°	6,8°
Minimum	-3°	-4,5°	-6,5°	-8°	-14°
Maximum	10°	13°	10°	12°	10°

Die Varianzanalyse ergibt keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen. Die Schwankungen innerhalb der Gruppen sind größer als zwischen den Gruppen.

Der STUDENT-NEWMAN-KEUL-Test auf homogene Untergruppen ergibt, daß alle fünf Gruppen zu einer homogenen Untergruppe gehören.



Winkel alpha nach BRATTSTRÖM,
Mittelwerte und Standardabweichungen.

6) Die Einteilung nach LAURIN:

Es ergibt sich folgende Tabelle:

Gruppe	0	I	II	III	IV
Anzahl der Patienten	16	28	21	12	10
N.	13 (81%)	26 (93%)	17 (81%)	10 (83%)	8 (80%)
C.P.	3 (19%)	2 (7%)	4 (19%)	2 (17%)	2 (20%)
S.P.	0	0	0	0	0

Wir fanden bei keinem der Patienten einen nach medial geöffneten Winkel zwischen den Linien A und B, obwohl in einigen Operationsberichten eine Subluxationsstellung der Patella beschrieben wurde.

In allen Gruppen findet sich ein kleiner Prozentsatz von Patienten, deren Patella lateral der Linie C liegt, sodaß diese Einteilung nicht der Unterscheidung zwischen den Gruppen dienen kann.

Wir überprüften, ob sich eine enge Beziehung zwischen den Quotienten LT/LP und A/B, die beide ein Maß für die Höhe des Patellastandes sind, sowie zwischen dem Patellatiefenindex und dem Sulcustiefenindex als morphometrisches Maß für die Patella und ihr Gleitlager nachweisen läßt.

Der PEARSON-Korrrelationskoeffizient für LT/LP und A/B beträgt 0,56. Es ist hochsignifikant (Irrtumswahrscheinlichkeit unter 0,01%) ein Zusammenhang zwischen den beiden Quotienten anzunehmen, was zu erwarten war, da beide Quotienten ein Maß für die Höhe des Patellastandes sind.

Allerdings sieht man anhand der Punktwolke (Abb.9), daß z.B. für A/B = 0,9 LT/LP Werte von 0,8 bis 1,5 annimmt, sodaß im Einzelfall der sichere Schluß von A/B auf LT/LP oder umgekehrt schwierig ist.

Der PEARSON-Korrelationskoeffizient für B/H und B'/H' beträgt 0,08. Damit läßt sich keine engere Beziehung zwischen den beiden Quotienten nachweisen, was man auch anhand der Punktwolke erkennt (Abb.10). Es besteht also kein enger Zusammenhang zwischen der Höhe des Patellafirst und der Tiefe des Sulcus intercondylaris.

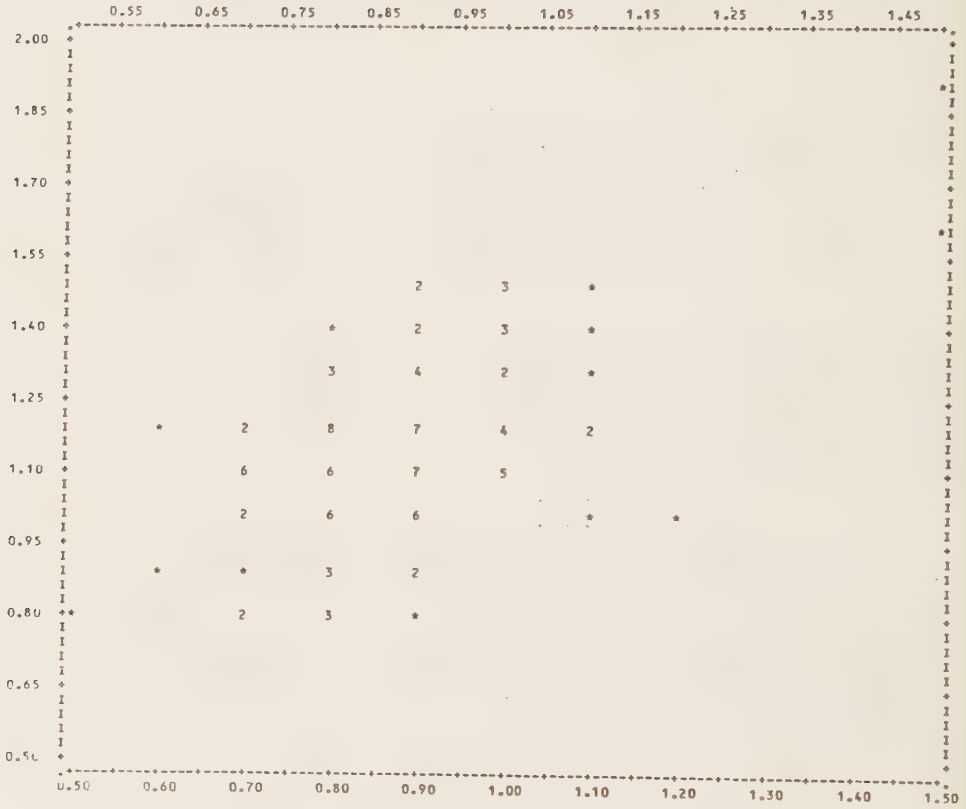


Abb.9 Punktwolke: LT/LP (senkrecht) und A/B (waagerecht)

Einzelwerte sind durch * gekennzeichnet
Die Zahlen geben die Anzahl der Einzelwerte wieder

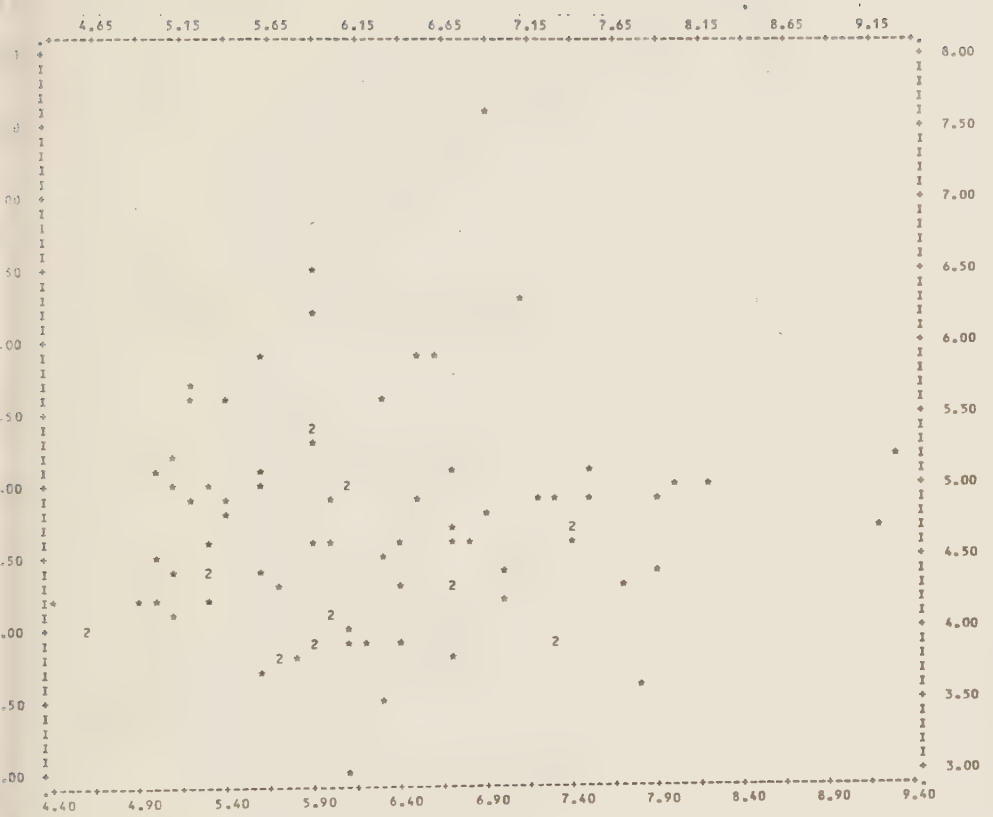


Abb.10 Punktwolke: B/H (senkrecht) und B'/H' (waagerecht)

Einzelwerte sind durch * gekennzeichnet
Die Zahlen geben die Anzahl der Einzelwerte wieder

VI) Diskussion:

1) Die von uns gefundenen Mittelwerte des Quotienten LT/LP bei den Normalpersonen, sowie bei den Patienten mit Chondromalazie Stadium I und II liegen innerhalb des von INSALL und SALVATI als Normalbereich angegebenen Intervalls von 0,8 bis 1,2. Jedoch liegen sie um ca. 0,1 höher als der von INSALL und SALVATI gefundene Wert von 1,02 , was zum einen als statistische Schwankung aufgefaßt werden kann, zum anderen eventuell daran liegt, daß diese den Meßpunkt für den Ansatz des Ligamentum patellae im Röntgenbild geringfügig anders wählten, bzw. daran, daß die eindeutige Festlegung des Ansatzpunktes der Patellarsehne manchmal Schwierigkeiten bereitet.

Der Mittelwert der Patienten mit Stadium III liegt mit 1,26 über dem von INSALL und SALVATI beschriebenen Normalbereich und auch die von uns durchgeführte Varianzanalyse ergab, daß die Gruppe III nicht zu einer homogenen Untergruppe mit den Grupen O, I und II gehört. Der Schluß liegt nahe, daß ein Hochstand der Patella förderlich für die Chondromalazie der Patella ist, bzw. zur Ausprägung des Krankheitsbildes beiträgt. Jedoch widersprechen die Ergebnisse des Quotienten A/B diesem Schluß, worauf wir später noch eingehen werden.

MARKS und BENTLEY (1978) finden für den Quotienten LT/LP keinen Unterschied zwischen Normalpersonen und Chondromalaziepatienten bei Männern sowie bei Frauen mit leichter Chondromalazie. Nur bei Frauen mit schwerer Chondromalazie, entsprechend unserer Gruppe III, finden sie gegenüber Normalpersonen signifikant einen Hochstand der Patella. Der Vergleich zwischen weiblichen und männlichen Normalpersonen ergibt, daß bei den Frauen der Quotient um etwa 0,1 größer ist.

LANCOURT und CRISTINI (1975) finden für Normalpersonen einen Mittelwert von 1,0 und bei Patienten mit Chondromalazie einen Wert von 1,16. Dies ist in ihrer Untersuchung ein signifikanter Unterschied. Die Autoren kommen zu dem Schluß, daß der Patellahochstand ein wichtiger Grund für die Erkrankung ist. Jedoch überlappen die Bereiche der bei den einzelnen Patienten gemessenen Werte, sodaß es für den einzelnen Patienten schwierig sein kann, ihn der einen oder anderen Gruppe zuzuordnen.

HEPP untersuchte 1981 verschiedene Methoden zur Bestimmung der Patellahöhe. Er konnte mit keiner der Methoden einen geschlechtsspezifischen Unterschied des Patellastandes im Normalkollektiv finden. Er findet für den Quotienten LT/LP einen Mittelwert von 1,08 und gibt den Normbereich mit 0,87 bis 1,33 an. Er kritisiert die Methode, da in einigen Fällen Schwierigkeiten bei der Festlegung des Ansatzpunktes des Ligamentum patellae bestehen.

Insgesamt läßt sich aus den eigenen sowie fremden Untersuchungen kein eindeutiger Einfluß des durch den Quotienten LT/LP bestimmten Patellastandes auf die Erkrankung nachweisen. Die Methode nach INSALL und SALVATI bietet nicht die gewünschte Sicherheit, da durch die Festlegung der Meßpunkte z.T. Fehler bzw. Schwankungen der Ergebnisse möglich sind.

2) Der Quotient A/B läßt in unserer Untersuchung keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen erkennen. Alle Gruppen gehören zu einer homogenen Untergruppe, können also als Stichproben einer Grundgesamtheit aufgefaßt werden. Die von uns gefundenen Mittelwerte liegen um 0,07 bis 0,13 über dem von BLACKBURNE und PEEL gefundenen Wert von 0,8 , wofür das oben Gesagte ebenso gilt. Alle Gruppen liegen unterhalb des Wertes von 1,0 , den BLACKBURNE und PEEL als Grenze zum Hochstand bezeichneten.

HEPP (1981) findet für den Quotienten A/B im Normalkollektiv einen Mittelwert von 0,84 und gibt die Grenze zum Hochstand mit 1,1 an. Bei fast der Hälfte der Messungen traten meßtechnische Schwierigkeiten auf.

Bei unseren Untersuchungen war dieses Problem nicht so häufig, doch die Festlegung des distalen Endes der Patellagelenkfläche und die Einzeichnung der Tibiaplateaulinie war auch bei uns manchmal nicht leicht, sodaß wir HEPPs Kritik an der Methode von BLACKBURNE und PEEL durchaus zustimmen.

LUND und NILSSON (1980) finden keinen Unterschied zwischen Normalpersonen und Patienten mit Chondromalazie. Der Mittelwert für A/B liegt für beide Gruppen bei 0,84.

Wie schon erwähnt, zeigen die Quotienten LT/LP und A/B eine hochsignifikante Korrelation. Es muß daher bezweifelt werden, daß die Patienten der Gruppe III einer anderen Grundgesamtheit entstammen, wie es die Untersuchung der Werte von LT/LP vermuten ließ.

Es läßt sich nicht nachweisen, daß Patienten mit Chondromalazie der Patella einen von Normalpersonen verschiedenen Stand der Patella haben. Die Quotienten LT/LP und A/B erweisen sich weder als geeignet zwischen Gesunden und an Chondromalazie Erkrankten zu unterscheiden, noch lassen sie Rückschlüsse auf den Grad der Erkrankung zu.

3) Die Gruppen I-III zeigen einen Mittelwert von ca. 6°, wie auch MERCHANT ihn bei Normalpersonen fand. Nur die Gruppe O zeigt einen etwas kleineren Winkel von $-1,4^{\circ}$ Jedoch ist der Unterschied nicht signifikant, da die Standardabweichungen sehr groß sind.

Dadurch daß der First der Patellarückfläche keine Spitze aufweist, sondern abgerundet ist, hat der Untersucher einen gewissen Spielraum für die Festlegung des Tiefpunktes. Eine Verschiebung um wenige Mililimeter bedeutet aber eine Zu- oder Abnahme um viele Winkelgrade. Wegen dieser Ungenauigkeit erscheint uns die Methode ungeeignet, mit ihr die Patellaposition sicher zu bestimmen oder daraus Rückschlüsse über den Zusammenhang zwischen der Patellaposition und der Erkrankung zu ziehen.

Diese Ungenauigkeiten mögen auch dazu beigetragen haben, daß signifikante Unterschiede zwischen weiblichen und männlichen Patienten, sowie zwischen der rechten und linken Seite in den Gruppen I und III aufgetreten sind.

Der Winkel nach MERCHANT erweist sich ebenso als nicht geeignet, zwischen Gesunden und Patienten mit Chondromalazie zu unterscheiden, oder Rückschlüsse auf den Grad der Erkrankung zuzulassen. Ein Einfluß der durch ihn bestimmten Patellaposition auf die Erkrankung ist nicht nachzuweisen.

4) Der Patellatiefenindex B/H läßt keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen erkennen. Die von uns gefundenen Mittelwerte für die Gruppen O - III liegen zwischen 4,46 und 4,80. Sie liegen damit etwas höher als der von FICAT und HUNGERFORD gefundene Mittelwert von 3,9.

LUND und NILSSON (1980) finden für den Patellatiefenindex ebenfalls keine signifikanten Unterschiede zwischen Normalpersonen und an Chondromalazie Erkrankten. Der Mittelwert ($\pm$ Standardabweichung) beträgt bei Normalpersonen $3,79 \pm 0,60$ und bei Patienten mit Chondromalazie $3,76 \pm 0,74$.

HEPP (1982) gibt nach eigenen Untersuchungen den Normalbereich zwischen 3,2 und 4,6 an. Auch bei dieser Methode nach FICAT und BIZOU weist er auf die Schwierigkeiten der Festlegung der Meßpunkte hin.

Wenn auch die von uns gefundenen Werte insgesamt etwas größer sind , so kommen wir doch zu demselben Ergebnis wie LUND und NILSSON. Der Patellatiefenindex erweist sich als nicht geeignet, zwischen Gesunden und an Chondromalazie Erkrankten zu unterscheiden, oder Rückschlüsse auf den Grad der Erkrankung zuzulassen. Ein Einfluß der durch ihn bestimmten Patellaform auf die Erkrankung ist nicht nachzuweisen.

Die Varianzanalyse des Sulcustiefenindex B'/H' ergibt einen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen. Der STUDENT-NEWMAN-KEUL-Test weist die Gruppen II, O und I in einer homogenen Untergruppe aus, zu der die Gruppe III nicht gehört. Die Mittelwerte der Gruppen O - II liegen zwischen 5,78 und 6,48. Sie liegen damit etwas höher als der von Ficat und Hungerford gefundene Mittelwert von 5,3.

Der Mittelwert der Gruppe III beträgt 6,91, d.h. diese Patienten weisen im Durchschnitt einen flacheren Sulcus intercondylaris auf als die übrigen. Die flachere Form des Sulcus bzw. der Kondylen ermöglicht anscheinend durch die geringere seitliche Führung der Patella in stärkerem Maße eine Über- oder Minderbelastung bestimmter Knorpelanteile und den damit verbundenen Verschleiß des Knorpels.

HEPP (1982) gibt den Normalbereich von 4,2 bis 6,6 an. Dies gilt jedoch für Tangentialaufnahmen bei 60° Kniebeugung, sodaß dieses Ergebnis nicht direkt mit den von uns gefundenen Werten verglichen werden kann.

Der ungenügenden Tiefe des Sulcus intercondylaris muß ein fördernder Einfluß auf den Grad der Erkrankung zugeschrieben werden. Jedoch ist der Sulcustiefenindex nicht geeignet, zwischen Gesunden und an Chondromalazie Erkrankten zu unterscheiden oder sichere Rückschlüsse auf den Grad der Erkrankung zu ziehen.

Der Korrelationskoeffizient zwischen B/H und B'/H' ist sehr niedrig, d.h. daß man keinen Zusammenhang zwischen der Tiefe des Sulcus intercondylaris und der Höhe des Patellafirstes nachweisen kann.

5) Auch der Winkel alpha läßt keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen erkennen. Wir fanden Mittelwerte für die Gruppen O - III zwischen 2,4° und 5,6°. Sie liegen damit in etwa in dem von BRATTSTRÖM gefundenen Bereich für Normalpersonen von 3,5° bis 6,4°.

Die relativ großen Standardabweichungen finden ihre Erklärung in den Schwierigkeiten, die sich beim Einzeichnen der Horizontalen ergeben, wenn die Röntgenaufnahmen nicht in der sehr aufwendigen Technik von Brattström aufgenommen wurden.

Der Winkel alpha erweist sich als nicht geeignet, zwischen Gesunden und Patienten mit Chondromalazie zu unterscheiden, oder Rückschlüsse auf den Grad der Erkrankung zuzulassen. Ein Einfluß der Höhe der beiden Kondylen bzw. deren Verhältnis zueinander auf die Erkrankung ist nicht nachzuweisen.

6) Die Einteilungkriterien von LAURIN erweisen sich als ungeeignet, zwischen Gesunden und Patienten mit Chondromalazie zu unterscheiden , da wir in allen vier Gruppen einen kleinen Prozentsatz der Einteilungsgruppe C.P. hatten.

Die Gruppe IV, also die Patienten mit Chondromalazie, die eine Plica mediopatellaris aufwiesen, zeigte im Vergleich mit den anderen Gruppen keine erheblichen Unterschiede in den Werten. Die Plica mediopatellaris ändert also offensichtlich nichts Entscheidendes an den von uns bestimmten Parametern. Auch läßt sich nicht nachweisen, daß diese Patienten etwa früher erkranken als Patienten ohne Plica mediopatellaris.

Insgesamt läßt sich sagen, daß wir anhand der Röntgenbilder von 87 Patienten (11 davon beidseitig erkrankt), bei denen intra operationem eine Chondromalazie der Patella festgestellt wurde, für keinen der Parameter nachweisen konnten, daß er kennzeichnend für die Chondromalazie der Patella allgemein oder für ihre einzelnen Schweregrade ist.

Ein Einfluß auf die Erkrankung läßt sich außer für den Sulcustiefenindex für keinen der übrigen von uns bestimmten Form- oder Lageparameter der Patella nachweisen.

Die Kontrollgruppe von 16 Patienten, die keine Chondromalazie hatten, zeigten gleiche röntgenologische Werte.

VII) Zusammenfassung:

Nach einem kurzen Überblick über die Anatomie des Kniegelenks, die Chondromalazie der Patella mit ihrer Stadieneinteilung, sowie die Aufnahmetechnik der Röntgenbilder werden die verschiedenen röntgenologischen Parameter vorgestellt, die Gegenstand der eigenen Untersuchung waren. Es wurden die Röntgenbilder von 114 Patienten ausgewertet, und die Ergebnisse zusammengefaßt und diskutiert. Keiner der Parameter erwies sich als geeignet, zur präoperativen Diagnose der Chondromalazie der Patella beizutragen. Lediglich der verminderten Tiefe des Sulcus intercondylaris ist ein fördernder Einfluß auf die Erkrankung zuzuschreiben.

VIII) Literaturliste:

1 Blackburne, J.S., Peel, T.E.:
A new method of measuring patellar height
J. Bone Jt. Surg. 59-B (1977) 241

2 Brattström, H.: Shape of the intercondylar groove normally and in current dislocation of patella.
A clinical and X-ray-anatomical investigation.
Acta Orthop. Scand. Supplementum 68 (1964) 148 S.

3 Ficat, P.: Pathologie femoro-patellaire
Masson (1970) Paris

4 Ficat, P., Ficat, C., Bailleux:
Syndrom d'hyperpression externe de la rotule
Rev. Chir. orthop. 61 (1975) 39

5 Ficat, P., Hungerford, D.:
Disorders of the patellofemoral joint
Masson (1977) Paris

6 Hepp, W.R.: Zur Bestimmung der Patellahöhe -
Eine vergleichende Analyse von vier Methoden
Z. Orthop. 119 (1981) 833

7 Hepp, W.R.: Zur Bestimmung der Dysplasie des Femoropatellargelenkes
Z. Orthop. 120 (1982) 259

8 Insall, J., Salvati, E.:
Patella position in the normal knee joint
Radiology 101 (1971) 101

9 Lancourt, J.E., Cristini, J.A.:
Patella alta and patella infera
J. Bone Jt. Surg. 57-A (Dec. 1975) 1112

10 Laurin, C.A.: The abnormal lateral patellofemoral angle
J. Bone Jt. Surg. 60-A (Jan. 1978) 55

11 Laurin, C.A.: The tangential X-ray investigation
of the patellofemoral joint
Clinical orthopaedics and related research 144 (Oct.1979) 16

12 Lund, F., Nilsson, B.E.: Radiologic evaluation
of chondromalacia patellae
Acta radiol. D-21 (1980) 413

13 Marks, K.E., Bentley, G.: Patella alta and chondromalacia
J. Bone Jt. Surg. 60-B (Feb. 1978) 71

14 Merchant, A., Mercer, R., Jacobson, R., Cool, C.:
Roentgenographic analysis of patellofemoral congruence
J. Bone Jt. Surg. 56-A (1974) 1391

Anhang:

Die nachfolgende Tabelle enthält die Daten der Patienten in der Reihenfolge:

Nr.	G.	B.	Gru.	Alt.	LT/LP	A/B	Mer.	Pat.	Sulc.	alpha	Lau.

Nr. - laufende Nummer

G. - Geschlecht des Patienten (w=weiblich, m=männlich)

B. - Seite des (erkrankten) Beins (r=rechts, l=links)

Gru. - Gruppennummer

Alt. - Alter des Patienten

LT/LP - Quotient LT/LP nach INSALL und SALVATI

A/B - Quotient A/B nach BLACKBURNE und PEEL

Mer. - Winkel nach MERCHANT (in Grad)

Pat. - Patellatiefenindex B/H

Sulc. - Sulcustiefenindex B'/H'

alpha - Winkel alpha nach BRATTSTRÖM (in Grad)

Lau. - Einteilung nach LAURIN

Nr.	G.	B.	Gru.	Alt.	LT/LP	A/B	Mer.	Pat.	Sulc.	alpha	Lau.
1	w	l	4	17	1.3	1.0	0.0	3.8	5.7	1.0	CP
2	w	r	4	15	1.2	0.9	4.0	3.9	5.9	4.0	CP
3	w	r	1	27	1.5	1.0	-5.0	5.0	8.2	11.0	N
4	w	l	2	21	1.1	0.9	-17.0	3.9	5.9	5.5	N
5	m	r	2	44	1.0	0.9	-3.0	5.9	5.6	4.0	N
6	m	l	3	13	0.9	0.8	-7.0	4.9	6.5	-2.0	N
7	w	l	3	32	1.2	1.0	-29.0	3.8	5.8	7.0	N
8	w	r	3	32	1.3	1.1	-9.0	4.3	6.4	4.0	N
9	m	l	1	34	0.8	0.8	-2.0	5.9	6.5	1.0	N
10	m	r	3	36	1.2	0.9	0.0	4.7	7.4	1.0	N
11	m	l	1	36	1.3	0.9	-18.0	4.3	7.7	-2.0	CP
12	m	r	1	27	0.9	0.6	-4.0	5.0	6.1	6.0	N
13	w	r	1	17	1.9	1.5	-10.0	4.2	5.3	0.0	N
14	m	l	2	35	1.2	0.8	-17.0	6.2	5.9	-5.0	N
15	m	r	3	23	1.3	0.8	12.0	4.8	6.9	5.5	N
16	w	r	1	20	1.1	0.7	0.0	5.0	5.3	2.0	N
17	m	l	2	26	1.0	1.2	3.0	4.5	6.3	3.0	N
18	w	l	1	16	1.2	0.7	-13.0	4.6	6.8	8.0	N
19	m	l	2	33	0.9	0.9	-7.0	3.9	6.1	10.0	N
20	m	l	2	28	1.2	0.8	-18.0	5.7	5.2	1.0	N
21	m	r	1	28	1.2	0.9	-8.0	5.1	5.6	1.0	N
22	w	r	2	31	1.1	0.9	0.0	4.4	5.6	6.0	N
23	m	l	1	27	1.1	0.9	-21.0	5.6	6.3	2.5	N
24	w	r	1	20	0.9	0.7	8.0	3.0	6.1	12.0	N
25	w	r	2	39	1.1	0.7	-11.0	4.4	5.3	5.0	N

Nr.	G.	B.	Gru.	Alt.	LT/LP	A/B	Mer.	Pat.	Sulc.	alpha	Lau.
26	m	r	2	27	0.9	0.8	11.0	4.4	7.0	3.0	CP
27	w	r	4	18	1.1	0.7	-3.0	3.9	7.3	10.0	N
28	w	l	2	39	1.2	1.0	-18.0	5.4	5.9	8.0	N
29	w	l	1	14	1.1	0.8	-5.0	4.9	7.2	6.0	N
30	w	r	1	14	1.1	0.8	-6.0	4.9	7.5	5.0	N
31	w	l	1	38	0.8	0.7	-16.0	4.4	5.1	13.0	N
32	w	r	1	17	1.0	0.9	-8.5	4.0	6.1	9.0	N
33	m	l	3	22	1.4	1.1	0.0	5.1	7.5	-1.5	N
34	w	r	1	21	1.5	1.0	8.0	6.5	5.9	5.0	N
35	m	r	4	37	1.0	0.7	-8.0	5.1	5.0	-14.0	N
36	m	r	2	33	1.0	0.9	-5.0	5.0	5.1	5.0	N
37	w	l	1	18	1.1	1.0	-22.0	3.5	6.3	-4.5	CP
38	m	r	1	22	1.4	1.0	0.0	3.8	5.7	4.0	N
39	w	r	1	15	1.3	0.8	0.0	4.6	6.7	13.0	N
40	m	l	1	19	1.1	0.9	-11.0	5.2	9.3	7.0	N
41	w	r	1	39	1.5	1.1	0.0	3.9	6.4	8.0	N
42	w	r	2	33	1.3	1.0	-14.0	4.6	5.3	-6.5	CP
43	m	l	2	35	1.4	0.9	0.0	3.7	5.6	4.0	N
44	w	l	3	22	1.5	1.0	0.0	5.0	8.0	1.5	N
45	w	r	4	12	1.2	0.6	0.0	5.4	5.9	3.0	N
46	m	r	1	23	1.1	0.8	-10.0	5.0	6.1	6.0	N
47	w	l	3	14	1.4	1.0	-15.0	4.1	6.0	-8.0	CP
48	w	r	1	15	1.1	0.8	-8.0	4.1	6.0	8.5	N
49	w	l	1	15	1.2	0.8	-3.0	4.9	5.2	10.5	N
50	w	r	1	30	1.2	0.7	7.0	3.9	6.2	4.5	N

Nr.	G.	B.	Gru.	Alt.	LT/LP	A/B	Mer.	Pat.	Sulc.	alpha	Lau.
51	w	l	1	30	1.2	0.8	1.0	4.3	6.7	3.5	N
52	w	r	1	25	1.2	0.9	19.0	4.9	7.9	6.5	N
53	w	l	3	51	1.2	0.9	-5.0	4.1	5.1	5.5	N
54	w	l	1	36	1.2	1.0	-16.0	4.3	5.7	9.0	N
55	m	l	1	21	1.0	0.8	-40.0	4.7	7.4	2.0	N
56	w	l	4	18	1.2	0.8	-6.0	4.7	6.7	0.0	N
57	m	l	0	36	1.0	0.8	-11.0	4.6	6.0	-3.0	N
58	m	r	0	25	1.5	0.9	8.0	4.3	6.7	2.0	CP
59	m	r	0	19	1.4	0.9	3.0	3.6	7.8	1.0	N
60	w	l	0	43	1.1	0.8	3.0	4.8	5.4	3.0	N
61	w	r	0	16	1.1	0.9	-5.0	5.0	5.6	3.0	N
62	w	r	0	39	1.0	0.8	-5.0	4.9	6.0	7.0	N
63	w	r	0	26	1.2	1.1	0.0	4.2	4.4	2.0	N
64	w	r	0	38	1.0	0.8	13.0	4.2	5.0	1.0	N
65	w	l	0	20	1.0	0.9	1.0	4.2	4.9	0.0	N
66	m	r	0	21	1.0	0.8	0.0	4.6	6.4	2.0	CP
67	w	l	0	20	1.1	1.0	0.0	3.8	6.7	6.0	CP
68	m	r	0	23	1.2	0.8	3.0	3.9	7.3	10.0	N
69	w	r	0	12	1.6	1.5	-3.0	4.6	7.4	5.0	N
70	m	r	0	39	0.9	0.9	-17.0	5.2	5.1	0.0	N
71	m	l	0	45	0.8	0.8	0.0	4.6	5.9	5.0	N
72	m	l	0	25	0.9	0.8	-12.0	4.9	5.4	1.0	N
73	m	l	4	18	1.2	0.9	-12.0	5.1	6.7	6.0	N
74	m	l	2	44	1.0	1.1	-3.0	5.6	5.2	2.0	N
75	w	r	4	33	1.4	0.8	0.0	7.6	6.9	6.0	N

Nr.	G.	B.	Gru.	Alt.	LT/LP	A/B	Mer.	Pat.	Sulc.	alpha	Lau.
76	w	l	4	33	1.5	0.9	-14.0	5.9	6.6	10.0	N
77	w	l	4	50	1.1	0.9					
78	w	r	1	19	1.3	0.9					
79	w	r	2	48	1.1	0.7					
80	m	r	2	29	1.1	0.8					
81	m	l	2	20	1.0	0.9					
82	w	r	1	45	1.3	0.9					
83	m	r	2	30	0.8	0.9					
84	w	r	2	28	1.2	1.1					
85	m	r	2	28	1.1	0.7					
86	w	l	2	16	1.2	1.0					
87	m	l	1	17	1.0	0.7					
88	w	l	1	31	1.0	0.9					
89	m	r	1	30	1.1	1.0					
90	m	r	1	46	0.8	0.8					
91	w	l	2	17	1.2	0.8					
92	m	l	2	23	0.8	0.7					
93	m	l	2	36	1.1	0.7					
94	w	l	2	46	1.2	0.8					
95	w	l	3	33	1.4	1.0					
96	w	l	2	17	1.1	1.0					
97	w	l	1	16	1.2	0.9					
98	w	l	3	43	1.0	0.8					
99	m	r	2	16	0.8	0.5					
100	w	l	3	37	1.3	0.8					

Nr.	G.	B.	Gru.	Alt.	LT/LP	A/B	Mer.	Pat.	Sulc.	alpha	Lau.
101	w	r	1	50	1.1	1.0					
102	w	l	2	19	1.1	0.9					
103	w	r	3	41	1.3	0.9					
104	m	l	2	27			-3.0	4.4	7.9	0.0	CP
105	w	l	3	19			-16.0	6.3	7.1	12.0	N
106	w	r	2	16			5.0	5.3	5.9	0.0	CP
107	m	l	3	21			-3.0	4.2	7.0	3.0	CP
108	m	r	3	21			-8.0	4.7	9.2	1.0	N
109	m	l	2	15			-7.0	4.0	4.6	2.0	N
110	w	r	2	37			-7.0	5.6	5.4	7.0	N
111	w	l	2	37			0.0	4.5	5.0	4.0	N
112	w	l	2	13			-10.0	4.4	5.3	0.0	N
113	w	l	2	15			-12.0	4.9	7.3	3.0	N
114	w	l	4	15			-11.0	4.0	4.6	4.0	N

Wir danken Herrn Prof. Dr. K.-P. Schulitz für die freundliche Überlassung des Themas und seine Unterstützung bei der Durchführung unserer Arbeit.

Danken möchten wir auch Herrn Priv.-Doz. Dr. Richter und Herrn Koschnicke, die uns bei der Erstellung des Rechenprogramms behilflich waren.

Lebenslauf

Axel Curtius-Hartung

geboren: 6. Januar 1958 in Berlin

Vater: Wirtschaftsprüfer
Prof. Dr. Rudolf Curtius-Hartung, geb. Hartung

Mutter: Dipl.-Kfm.
Ursula Curtius-Hartung, geb. Curtius

Schulen: 1964 bis 1967
städt.Gemeinschaftsschule
an der Grafenberger Allee

1967/68
städt. evgl. Volksschule
an der Wrangelstr.

1968 bis 1977
städt.Humboldt-Gymnasium
Abitur am 10.6.1977

Studium: Seit dem WS 1977/78 Medizinstudium
an der Universität Düsseldorf
Ärztliche Vorprüfung am 28.8.79
1. Abschnitt der ärztlichen Prüfung am 28.8.80
2. Abschnitt der ärztlichen Prüfung am 20.8.82
Seit WS 1982/83 PJ im städt. Krankenhaus Gerresheim,
Wahlfach Pädiatrie

Lebenslauf

Harald Otto Paul Krug

geboren:	26. Februar 1949 in Ratingen
Vater:	Postoberamtsrat Horst Krug
Mutter:	Hedwig Krug, geb. Bemenburg
Schulen:	1955 bis 1959
	Volksschule an der Konkordiastraße in
	Düsseldorf und Volksschule 1 an der
	Graf-Adolf-Straße in Ratingen
	1960 bis 1966
	Realschule in Ratingen
	Abschlußzeugnis am 12. November 1966
	1967 und 1968
	Städtische Zweijährige Höhere Handelsschule
	in Düsseldorf
	Fachschulreife am 30. November 1968
	1969 bis 1971
	Ruhr-Kolleg in Essen, das Städtische
	Institut zur Erlangung der Hochschulreife
	Abitur am 10. Dezember 1971
Studium:	1972 und 1973
	Veterinärmedizin an der FU Berlin und
	an der JLU Gießen
	1974 bis 1977
	Humanmedizin an der JLU Gießen
	1978
	Zulassung zum Studium der Zahnmedizin
	an der Universität Düsseldorf
	Februar 1980
	Zahnärztliche Vorprüfung (naturwiss. Teil)
	April 1981
	Zahnärztliche Vorprüfung